

DOI:10.1478/C1C0702001

*Atti dell'Accademia Peloritana dei Pericolanti  
Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali  
Vol. LXXXV, C1C0702001 (2007)*

## **L'ETÀ DELL'OSSIDIANA DI PANTELLERIA**

MASSIMO RAPISARDA

(Conferenza del 23 febbraio 2007) \*

**ABSTRACT.** Obsidian is a volcanic glass which was highly prized in prehistoric times. Since its chemical composition depends on the local characteristics of the lava flow, several analytical methods have been employed to establish the provenance of the obsidian artefacts found in prehistoric sites, to identify the ways of the ancient trade. These methods have become so successful that, besides distinguishing among different volcanoes, today it is even possible to discriminate among different flows of the same volcano. In fact the identification limit is not due to the method used, but to the intrinsic variability existing within the source.

In the western Mediterranean, the two islands of Pantelleria and Lipari supplied all the material used for the artefacts found in Sicily and Tunisia. At Lipari, the differentiation among its sources has been made also on a time basis, with the Fission Tracks method, which determines the age of the mineral. At Pantelleria, chemical analytical methods have been able to distinguish among different layers of the same location.

The first traces of obsidian use in the western Mediterranean are dated about 8,000 years ago, at the time of the eruptions of the Lipari flows, although the mineral was already available at Pantelleria. This date is confirmed in Sicily by a coherent set of findings, except for some oddly dated specimens. However, some clues like: the sizeable initial exploitation of Pantelleria obsidian, its gradual substitution almost everywhere by the Liparian mineral and the distribution of the Sicilian most ancient sites (seeming to indicate a diffusion process from west to east), hint that the exploitation of Pantelleria obsidian could have started earlier than today established.

In principle the hypothesis is not absurd, if we remember that the first documented use of obsidian by Anatomically Modern Humans belongs to 125 thousand years ago on the shores of the Red Sea and that 65 thousand years ago, men showed their seafaring ability colonizing Australia, which was not connected to Asia by land. Moreover, an earlier seafaring would have been eased by the shorter marine distances. Note, for instance, that at the peak of the Ice Age, the sea level was about 130 metres lower than today and that Pantelleria, then the only provider of obsidian in the region, was much closer to the mainland, while the Straits of Sicily were much narrower and easily navigable.

Due to the rapid cooling needed to its formation, it is unsurprising that, in the small islands of Pantelleria and Lipari, the obsidian flows are often hosted in cliffs plunging into the sea. Their orographic configurations suggest that some obsidian ores could be present in the underwater continuation of the cliffs. Owing to the sea level changes occurred since the end of the Ice Age, these possible underwater ores would have been emerged and accessible sometime in the past, with a precise correlation between depth and time of emersion. The possibility to attribute artefacts to a submarine flow would then set a time threshold to the period of the mineral collection, possibly pushing back the period of the first obsidian exploitation.

The presence of such a missing source at Pantelleria is suggested by the existence of artefacts found in Sicily, having the overall characteristics of the Pantelleria mineral, but not belonging to any of the known flows. The peculiar orographic characteristic of the main Pantelleria source at Balata dei Turchi, made of stratified horizontal layers of obsidian in a cliff created by marine erosion suggest where to search. The obsidian layers are naturally ordered in temporal sequence, the oldest layer laying at the bottom of the sequence. Thus, should the unattributed artefacts denounce a Fission Tracks age older than the bottom flow, the hint for an underlying, possibly submerged, flow would be very strong.

## 1. L'ossidiana, tracciante degli antichi scambi

L'ossidiana è un vetro vulcanico che si forma durante il raffreddamento repentino di lave viscoso particolarmente ricche di silicio ( $\text{SiO}_2 > 65\%$ ). La possibilità di scheggiarla producendo spigoli taglienti e le sue proprietà di durezza e di lucentezza ne fecero un materiale usato per fabbricare utensili, armi e gioielli, rendendola uno dei beni più ricercati e scambiati dell'età preistorica.

Poiché le sue caratteristiche macroscopiche (colore, omogeneità, durezza) sono tipiche della colata di origine, che può distare centinaia di chilometri dal luogo di ritrovamento dei manufatti, da sempre si è cercato di ricostruire le vie degli antichi scambi, determinando l'origine geografica dei prodotti lavorati. Dato che pure la sua composizione chimica dipende dalle caratteristiche locali della colata lavica, anche l'idea di usare l'analisi chimica per stabilire la provenienza dei reperti è nata insieme alle tecniche di analisi chimica (Cann and Renfrew, 1964) [1].

Dagli anni settanta è noto che quattro isole (Sardegna, Palmarola, Lipari e Pantelleria) fornirono tutta l'ossidiana ritrovata nel Mediterraneo occidentale. Oggetti provenienti da queste isole sono stati trovati negli insediamenti neolitici della Francia meridionale, Italia, Sicilia, Malta e Tunisia. Le colate delle due isole settentrionali, Sardegna e Palmarola, fornirono il Nord, mentre quelle di Lipari e Pantelleria il bacino meridionale, comprendente Sicilia e Tunisia (Ammerman et al., 1978) [2]. Data la totale insularità delle fonti, il trasporto ai siti continentali avvenne necessariamente via mare, per cui lo sfruttamento dell'ossidiana costituisce anche una prova della navigazione nella regione.

Poiché durante la fase liquida del processo di formazione l'ossidiana si omogeneizza, la sua composizione chimica risulta abbastanza uniforme all'interno della colata, pur essendo diversa da quella di colate vicine. Questo significa che spesso si possa distinguere non solo tra diversi vulcani, ma anche tra diverse colate dello stesso vulcano (Glascok et al., 1998) [3]. Di fatto il limite nell'identificazione non dipende dai metodi analitici usati, ma dalla variabilità intrinseca della sorgente, ovvero dal rispetto del postulato della provenienza, enunciato per la prima volta da Weigand et al. nel 1977 [4], secondo il quale, per poter distinguere tra fonti diverse, le differenze chimiche tra sorgenti devono superare la dispersione intra-sorgente.

## 2. I metodi per l'identificazione dell'ossidiana

Negli ultimi quarant'anni parecchi metodi analitici sono stati applicati all'identificazione dell'ossidiana (per un sommario dei metodi per determinare la provenienza archeologica si veda Tykot (2004) [5]), oggi quattro di essi sono quelli utilizzati più diffusamente (Shackley, 1998) [6]: Neutron Activation Analysis (NAA), X-Ray Fluorescence spectrometry (XRF), Particle Induced X-ray / Gamma-ray Emission (PIXE/PIGME) e Inductively Coupled Plasma spectroscopy (ICP).

Questi metodi sono basati sull'identificazione della caratteristica radiazione emessa da un elemento chimico in seguito all'interazione con una particella (neutrone, fotone, protone, etc.). Le loro capacità di discernimento sono differenti, dipendendo dagli elementi che ogni particella è in grado di eccitare. Benché la descrizione di questi metodi esuli lo scopo del presente articolo, alcuni cenni sui loro principi di funzionamento vengono riportati di seguito, per illustrare l'idea della loro possibile complementarietà.

L'Analisi mediante Attivazione Neutronica (NAA) (Glascock and Neff, 2003) [7] richiede d'irraggiare il campione con i neutroni. I neutroni vengono assorbiti dai nuclei di alcuni degli elementi del materiale, che divengono radioattivi. Durante il successivo decadimento il campione emette diverse righe di raggi Gamma, ognuna tipica dell'elemento attivato: l'intensità di ogni riga sarà proporzionale alla concentrazione dell'elemento che la emette. Il vantaggio della NAA è che sia i neutroni, che la maggior parte dei fotoni Gamma emessi, riescono ad attraversare sostanzialmente indisturbati il campione, che quindi non necessita preparazioni particolari, né viene distrutto o danneggiato dal trattamento. Un suo limite viene dalla diversa sezione d'urto ai neutroni degli elementi chimici (diversa capacità di diventare radioattivi), per cui gli elementi quasi trasparenti ai neutroni risultano poco visibili. Di fatto, gran parte degli elementi presenti in piccole quantità nell'ossidiana sono rivelabili dalla NAA, mentre non lo sono alcuni dei componenti principali. Ai fini pratici questa limitazione risulta marginale, gli elementi rivelabili con questa tecnica sono di regola sufficienti a caratterizzare l'esemplare in maniera univoca (in ogni caso, evidenziare soltanto alcuni elementi è una limitazione che hanno anche gli altri metodi); piuttosto il limite maggiore della NAA viene dagli alti costi di irraggiamento e dalla scarsa reperibilità di sorgenti di neutroni.

Mentre la NAA agisce sui nuclei degli atomi, la cui successiva emissione viene individuata attraverso la spettroscopia Gamma, gli altri tre metodi menzionati riguardano le interazioni con gli elettroni degli atomi e quindi emissioni meno energetiche, rivelabili dalla spettroscopia X (Tertian and Claisse, 1982) [8].

Quando si investe un materiale con un fascio di raggi X, una parte dei fotoni che colpiscono gli atomi può venirne assorbita dando luogo all'effetto fotoelettrico. L'energia dei fotoni assorbiti viene presa dagli elettroni atomici, che si portano su livelli eccitati instabili. Nel ricadere ai livelli stabili questi elettroni emettono dei raggi X di energia pari alle differenze di energia tra i livelli (tipiche per ogni elemento), dando luogo al processo di Fluorescenza X (XRF). I raggi X in gioco nell'XRF (sia entranti che uscenti) hanno un'energia molto minore dei raggi Gamma emessi nella NAA, per cui di regola non riescono ad attraversare il campione da analizzare. Di conseguenza l'XRF riguarda solo lo strato esterno del campione e per analizzarne gli strati interni è necessario un trattamento che li porti in superficie (ad esempio polverizzando il materiale e distribuendolo su un piano). Pur con questi limiti, la spettrometria XRF è in grado di riconoscere la maggior parte degli elementi chimici ed è un sostituto economicamente valido alla NAA. Un'applicazione tradizionale dell'XRF all'ossidiana può essere vista in Skinner and Davis (1996) [9], mentre in Hall and Kimura (2002) [10], si può trovare un esempio di un'applicazione più sofisticata (Energy Dispersive X-Ray Fluorescence, EDXRF) e di un confronto con la NAA.

Se, invece dei raggi X, si usa un fascio di protoni per eccitare gli elettroni atomici, si ottiene la Emissione X Indotta da Protoni (PIXE) (Johansson et al., 1995) [11]. I protoni riescono ad interagire più dei fotoni con gli elementi leggeri della tavola di Mendeleev, per cui la PIXE rivela anche elementi invisibili all'XRF tradizionale. Per contro, poiché lo spettro di emissione è ancora più molle, e poiché i protoni hanno difficoltà ad attraversare la materia, la PIXE è ancora più superficiale dell'XRF ed i campioni da analizzare necessitano di una preparazione più sofisticata. Per un esempio di identificazione di ossidiane con la PIXE (confrontata con l'XRF) si veda Constantinescu et al. (2002) [12].

Un terzo modo di eccitare gli elettroni è quello di scaldare gli atomi. Questo può essere fatto inserendo il materiale da analizzare in un plasma ad alta temperatura (Inductively Coupled Plasma spectroscopy, Dean, 2005 [13]). Una piccola quantità del campione solido viene prima disciolto in acqua e poi nebulizzato nel plasma, gli elementi interagiscono con gli ioni del gas e si riscaldano. Gli elementi da analizzare possono essere individuati attraverso la spettroscopia della loro emissione atomica (ICP-AES), ma anche per mezzo della spettrometria di massa (ICP-MS). Per un esempio di ICP-AES e ICP-MS applicati all'ossidiana (e di un confronto con la PIXE) si veda Bellot-Gurlet et al. (2005) [14].

Di regola uno solo di questi metodi è sufficiente per determinare la provenienza dell'ossidiana, ma usarne più d'uno permette di caratterizzare l'intero spettro dei componenti, raggiungendo una precisione accurata a piacere. Come già detto, il limite nell'identificazione non proviene dal metodo usato, ma dal rispetto del postulato della provenienza, ovvero che manufatti di sorgenti diverse siano più dissimili tra loro di quanto lo siano quelli di una stessa sorgente.

Nel Mediterraneo occidentale le colate della stessa isola sono sufficientemente differenziate da poter discriminare tra loro. A Lipari (in cui una soltanto delle colate note è preistorica) la caratterizzazione è stata fatta anche col metodo delle Tracce di Fissione, che determina l'età del minerale (Oddone e Bigazzi, 2003) [15]. Il metodo si basa sul fatto che nelle rocce naturali è presente l' $U^{238}$ , un elemento radioattivo che decade spontaneamente lasciando delle tracce microscopiche. Poiché l'ossidiana, al momento della formazione, passa attraverso uno stato di fusione che cancella le tracce preesistenti, il numero di tracce presenti in un campione risulta proporzionale al tempo trascorso dalla fusione. Misurando quindi il contenuto di Uranio dell'esemplare, si può tarare il conteggio e risalire all'età di formazione del minerale. Nelle altre tre isole: Pantelleria, Sardegna e Palmarola, la differenziazione tra diversi flussi lavici è stata effettuata con metodi di analisi chimica (Francaviglia, 1986 [16]; Tykot, 2002a [17]; Tykot et al., 2005 [18]). È da notare che a Pantelleria è possibile distinguere anche tra diverse colate, corrispondenti a strati differenti della stessa località geografica (Balata dei Turchi), (Tykot, 2002a) [17].

Poiché alcuni manufatti di origine pantasca non sono ascrivibili a nessuno dei flussi lavici noti (Francaviglia, 1988) [19], (Romano et al., 2006) [20], in Sicilia il problema dell'attribuzione dei reperti non è completamente risolto, suggerendo l'esistenza di "colate mancanti" a Pantelleria. Di recente una nuova sorgente è stata identificata nell'isola a Cala della Polacca (D'Amora et al., 2006) [21], compatibile con la maggioranza dei reperti non classificati di Francaviglia. Tuttavia, a causa della particolare conformazione delle colate della zona e poiché alcuni manufatti rimangono ancora non attribuibili, la scoperta in futuro di una ulteriore vena potrebbe essere non sorprendente. Tenendo presente la struttura orografica delle colate della parte sud dell'isola (comprendente Cala della Polacca, Salto la Vecchia e Balata dei Turchi) e l'innalzamento del livello del mare avvenuto dalla fine della glaciazione, la sua ricerca dovrebbe non essere limitata alle terre emerse.

### **3. Il Mediterraneo dall'era glaciale ad oggi**

Attualmente risulta che gli scambi di ossidiana nel Mediterraneo occidentale risalgano a circa ottomila anni fa (Tykot, 1996) [22]. In Sicilia l'uso dell'ossidiana viene associato alla diffusione del neolitico, un collegamento confermato anche in siti più antichi, nei quali

il ritrovamento di manufatti in strati mesolitici è avvenuto solo in presenza di stratigrafia disturbata, tranne una lama liparese trovata a Perriere Sottano (CT) e datata 9500 B. P. cal. (Aranguren e Revedin, 1998) [23]. Sebbene scavi recenti (Nicoletti e Tusa, 2006) [24], (Copat et al., 2006) [25] abbiano confermato l'assenza di ossidiane negli strati paleo/mesolitici, altre due lame datate tra il 9500 e il 9800 B. P. cal., trovate a Favignana (TP) in un altrettanto recente scavo (Martini et al., 2006) [26], hanno rinfrescato il dubbio che lo sfruttamento dell'ossidiana possa essere iniziato prima di quanto normalmente accettato.

In linea di principio l'ipotesi non è assurda se si ricorda che il primo uso documentato dell'ossidiana da parte dell'Uomo Anatomicamente Moderno (AMH) risale a 125 mila anni fa sulle coste del Mar Rosso (Walter et al., 2000) [27] e che 65 mila anni fa l'AMH mostrò la sua capacità di navigare colonizzando l'Australia, che non era raggiungibile via terra dall'Asia (Stringer, 2000) [28]. Per di più, un'eventuale retrodatazione dello sfruttamento dell'ossidiana in Sicilia (e in Tunisia), dipendendo dal trasporto marittimo, avrebbe goduto della più facile navigabilità del Canale di Sicilia, tanto più stretto quanto più ci si avvicinava all'era glaciale.

Ventimila anni fa, al picco dell'era glaciale, il livello del mare era circa 120 metri più basso di oggi (Lambeck et al., 2002) [29]. La temperatura era in media 5 gradi inferiore ad oggi. Al nord di Alpi e Pirenei, l'Europa era quasi inabitabile (Williams et al., 1998) [30], ma l'Europa del sud aveva un clima accettabile e l'Africa del Nord precipitazioni significative. La catena dell'Atlante era coperta da boschi, la striscia settentrionale del Sahara da savane e praterie abitate da grandi mammiferi (Prentice and Jolly, 2000) [31] e l'Africa del Nord era un ambiente ospitale ed abitato.

A quel tempo la forma del Mediterraneo era diversa da quella di oggi: il Canale di Sicilia era molto più stretto, punteggiato di piccole isole (figura 1), e la navigazione dalla Tunisia alla Sicilia sarebbe stata possibile con la terra sempre in vista. Pantelleria si trovava nel mezzo del Canale, raggiungibile in giornata da entrambe le coste, ed era un potenziale fornitore di ossidiana (probabilmente l'unico, visto che l'eruzione dell'ossidiana di Lipari doveva ancora avvenire (Oddone e Bigazzi, 2003) [15]). Anche l'attraversamento diretto del braccio di mare tra Tunisia e Sicilia sarebbe stato questione di ore e non di giorni.

In queste condizioni geografiche, diciottomila anni fa, iniziò la colonizzazione della Sicilia. I siti siciliani più antichi, riportati in figura 2 (Leighton, 1999: 23) [33] sono concentrati soprattutto nella parte occidentale dell'isola e, in misura minore, nel plateau ibleo (Bonfiglio and Piperno, 1996) [34].

Incidentalmente, in figura 1 si può notare come la batimetria della costa nord differisca da quella della costa sud. La costa settentrionale siciliana, prevalentemente rocciosa, si inabissa molto più rapidamente di quella meridionale, sabbiosa, generando una linea di costa meno dipendente dalle variazioni del livello del mare. Questo significa che i siti settentrionali della figura 2 erano effettivamente vicini al mare, mentre i siti meridionali distavano dalla costa anche decine di chilometri. Data la costante tendenza a vivere vicino al mare mostrata dagli uomini, si potrebbe addirittura ipotizzare un'intera classe di siti meridionali, situati in zone oggi sommerse.

Un dato interessante è che la disposizione dei siti antichi indica un processo di diffusione da ovest verso est (ammissibile per la presenza di insediamenti in Tunisia e per l'allora agevole navigabilità del Canale di Sicilia), anche se occorre notare che un effetto di selezione potrebbe aver falsato la distribuzione. È noto che le caratteristiche litologiche dei



FIGURA 1. La linea di costa del Canale di Sicilia al massimo glaciale (le zone in bianco erano emerse). Particolare della Litho-Palaeoenvironmental map of Italy (cortesia di Antonioli et al. 2004) [32].

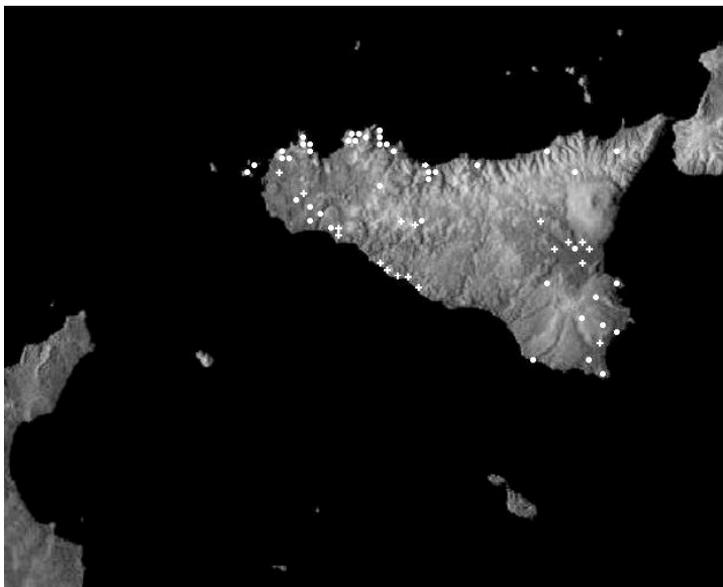


FIGURA 2. Distribuzione delle prime popolazioni umane e animali in Sicilia (tra circa 18000 e 8000 anni fa): (●) Upper Palaeolithic / Mesolithic sites; (+) Bifacial and pebble tools; da Leighton, 1999: 23 [33].



FIGURA 3. Il Canale di Sicilia 8000 anni fa. Particolare della Litho-Palaeoenvironmental map of Italy (cortesia di Antonioli et al. 2004) [32].

monti di Trapani e Palermo (Sicilia nord-occidentale) e del plateau ibleo si prestino meglio alla conservazione dei siti rispetto a quelle di Nebrodi e Peloritani (Sicilia nord-orientale) (Bonfiglio, 2007) [35], per cui la distribuzione dei siti trovati potrebbe non rispecchiare quella originaria. La regione di provenienza dei primi colonizzatori (o di parte di essi) è un elemento importante per valutare l'eventualità di un uso antico dell'ossidiana: se questi uomini avessero effettivamente attraversato il Canale di Sicilia, avrebbero dovuto accorgersi delle colate di Pantelleria. In effetti Bonfiglio (2007) [35], non dando peso alla distribuzione dei siti, è in favore della tesi ortodossa che la diffusione umana sia avvenuta nel verso opposto (est-ovest), al seguito della diffusione delle faune provenienti dalla penisola italiana (Bonfiglio et al., 2002) [36].

Diciassettemila anni fa, quando il livello del mare era ancora circa 110 metri più basso di oggi (Siddal et al., 2003) [37], tracce di pesca al tonno ritrovate a Mentone (Francia) dimostrano che la pratica della navigazione era attiva nel Mediterraneo (Cleyes-Merle, 1990) [38]. Pesce e cetacei erano presenti anche nella dieta dei colonizzatori siciliani mesolitici (Leighton, 1999: 29) [33], tuttavia l'assenza di resti di pesce d'altura non fornisce indicazioni dirette sulle loro capacità di navigazione.

La situazione di facile navigabilità del canale di Sicilia durò fino a circa dodicimila anni fa (Lambeck et al., 2004) [39], poi l'innalzamento del livello del mare rese la geografia progressivamente più simile a quella di oggi.

Ottomila anni fa il presente periodo interglaciale era già cominciato. Il livello del mare era circa 10 metri più basso di oggi e la forma del Canale di Sicilia non era molto diversa da quella di adesso (figura 3). La possibilità di attraversare il Canale con la terra in vista non c'era più e la lunghezza delle rotte era la stessa di oggi. Lipari eruttò la sua ossidiana (Oddone e Bigazzi, 2003) [15], venne presto colonizzata, stabilendovi l'industria di lavorazione del materiale (Leighton, 1999: 72) [33], e lo sfruttamento del minerale iniziò anche nel Mediterraneo occidentale (Tykot, 2002a) [17].

Ma, benché Lipari fosse sempre ben visibile dalla costa siciliana e raggiungibile in giornata, curiosamente all'inizio si raccolse parecchio materiale a Pantelleria, nonostante questa fosse molto più difficile da raggiungere. In alcuni siti siciliani, che si rifornirono da entrambe le isole, il 40% del totale dell'ossidiana catalogata proviene da Pantelleria (Tykot, 2002b) [40]. Poi, nei tre millenni successivi, si assistette ad una graduale diminuzione dei reperti panteschi. La Sicilia era sostanzialmente divisa in due bacini di mercato: il più importante servito da Lipari, l'altro da Pantelleria. In alcuni siti, ubicati lungo l'ipotetico confine tra i due bacini, venne utilizzato il materiale di entrambe le fonti: nel villaggio di Mandria di Serra del Palco (Caltanissetta), che fu abitato continuativamente, si osserva che durante il neolitico la percentuale di materiale pantesco si ridusse progressivamente rispetto a quella di Lipari (Nicoletti, 1997) [41]. Una analoga sostituzione dell'approvvigionamento accadde a Malta (Skorba) (Trump and Cilia, 2002: 67) [42]. Al contrario, la fornitura non cambiò mai a Lampedusa che, colonizzata almeno ottomila anni fa, utilizzò sempre e soltanto minerale pantesco.

Diversamente da Lipari, Pantelleria non mostra tracce di insediamenti umani ai tempi della raccolta, e i resti di lavorazione della sua industria litica sono di gran lunga più modesti. Paradossalmente le prime tracce di occupazione stabile a Pantelleria risalgono a cinquemila anni fa (Leighton, 1999: 73) [33], cioè al periodo in cui, per qualche motivo, la raccolta nell'isola era ormai molto ridotta.

L'assenza dei resti di un insediamento contemporaneo al periodo di sfruttamento viene di solito spiegata dall'intensa opera di terrazzamento agricolo subito da Pantelleria nel corso dei secoli, che avrebbe cancellato le tracce di eventuali siti antichi. Non di meno, la particolare geografia dell'isola, difficilmente coltivabile (Seneca la definì *desertus et asperrimus locus*), nonché priva di spiagge e di un porto sicuro, basterebbe per giustificare l'assenza di un insediamento antico ed una modalità di raccolta dell'ossidiana che non prevedesse lavorazioni in loco. Se così fosse, i primi abitatori potrebbero essersi stabiliti nell'isola proprio quando cessarono le incursioni dei raccoglitori di ossidiana.

Ma perché l'ossidiana di Pantelleria non venne raccolta anche prima dell'eruzione di Lipari, quando, a causa del livello del mare più basso, l'isola era facilmente raggiungibile dalla terraferma? E perché ci si andò dopo, quando era tanto più difficile da raggiungere di Lipari? Perché, infine, la fornitura da Pantelleria si ridusse gradualmente se le condizioni di navigazione rimasero sostanzialmente immutate tra ottomila e cinquemila anni fa?

La risposta usuale alle prime due domande è che ottomila anni fa, prima dell'arrivo di popolazioni neolitiche più evolute, i siciliani non fossero in grado di apprezzare l'ossidiana o di navigare fino a Pantelleria per raccoglierla. L'arretratezza dei siciliani è certamente un pregiudizio consolidato, quantunque sembri singolare pensare che non sapessero apprezzare l'ossidiana nemmeno centomila anni dopo gli africani o navigare cinquantamila anni dopo gli aborigeni australiani. A navigare, peraltro, c'erano riusciti perfino i francesi diecimila anni prima. Riguardo all'ultima domanda, invece, si proverà a ipotizzare una risposta nei paragrafi successivi.

#### 4. Le colate di ossidiana di Pantelleria

Complice il rapido raffreddamento necessario alla formazione dell'ossidiana, non sorprende che le principali sorgenti delle tre isole piccole, Palmarola (figura 4), Lipari (figura 5) e Pantelleria, si trovino in scogliere laviche a picco sul mare. Il loro assetto orografico rende probabile che qualche vena di ossidiana possa trovarsi anche nella continuazione sottomarina delle scogliere. Questa è una caratteristica promettente per datare il periodo di raccolta del minerale: l'eventuale sfruttamento di una vena sottomarina può avvenire soltanto durante la sua emersione.

Le colate identificate a Pantelleria sono tradizionalmente cinque: tre strati quasi orizzontali a Balata dei Turchi e due giacimenti a Bagno dell'Acqua e a Gelkhamar (Francaviglia, 1988) [19]. Rispetto alle colate "tradizionali" di Lipari e a Gelkhamar (il giacimento di Bagno dell'Acqua è frammentario ed esiguo), la conformazione delle tre colate di Balata dei Turchi è peculiare, ma coerente con l'orografia meridionale dell'isola.

Occorre notare che a prima vista la pantellerite, l'ossidiana verdastra tipica di Pantelleria, appare molto diffusa in tutta l'isola, anche in zone diverse da quelle nominate sopra. Tuttavia solo una frazione di essa è realmente vetrosa: è il processo di rapido raffreddamento della lava a permettere la frattura concoide che caratterizza il materiale lavorabile. Infatti, se durante il raffreddamento il minerale riesce a sviluppare dei nuclei di cristallizzazione o ingloba impurezze in quantità sufficiente, l'ossidiana presenta direzioni preferenziali di frattura o risulta troppo fragile e non sarebbe stata considerata meritevole di raccolta. In altre parole, sebbene ad un'analisi visuale o chimica l'isola sembri molto ricca di fonti di ossidiana, soltanto la prova sperimentale della frattura, può determinare quali sarebbero state le reali zone di interesse per i raccoglitori preistorici. Qualunque ricerca di



FIGURA 4. La colata di monte Tramontana a Palmarola. Due estrusioni di materiale vetroso lavorabile, distanti in altezza una ventina di metri sulla parete verticale, sono evidenziate nella figura.



FIGURA 5. La sorgente di ossidiana del Pomiciazzo a Lipari, datata circa ottomila anni fa e, a quanto risulta, l'unica utilizzabile nell'isola in età preistorica. La colata presenta molte vene di materiale vetroso di ottima qualità disperse in più di cento metri di altitudine. Due di questi affioramenti sono evidenziati nella figura.

fonti potenziali non può prescindere da questo tipo di verifica.

Pantelleria è la parte emersa di un apparato vulcanico alto complessivamente circa 1400 metri. La storia geologica dell'isola è marcata dalla colata d'ignimbrite verde (Green Tuff) che la ricoprì quasi completamente circa quarantacinquemila anni fa e che ancora oggi riveste circa un terzo della sua superficie (figura 6) (Civetta et al., 1984) [43].

A causa di pendenze limitate e dell'assenza di valli pronunciate, la parte meridionale dell'isola è caratterizzata da colate laviche che si estesero abbastanza uniformemente in quasi tutte le direzioni del cono vulcanico. La colata di ignimbrite verde che ricoprì quasi interamente l'isola (Orsi, 2003) [44], ben documenta visivamente questa caratteristica (figura 7).

In diversi tratti del suo perimetro costiero l'ignimbrite verde finisce ancora oggi indisturbata in mare. In altri settori, l'erosione marina ne ha invece provocato il crollo, mettendo a nudo gli strati sottostanti, anch'essi quasi orizzontali. Nella grande falesia meridionale compresa tra Cala della Polacca a Balata dei Turchi (e nelle altre falesie evidenziate in blu nella figura 6) sono ben visibili, intervallate da strati di tufo o di pomice, le colate di ossidiana, che si sono succedute prima del Green Tuff.

Diversamente da Bagno dell'Acqua e da Gelkhamar, che si trovano all'interno dell'isola e sono quindi raggiungibili da terra, la zona di Balata dei Turchi è in pratica accessibile soltanto dal mare. Poiché la maggior parte dei manufatti preistorici originari di Pantelleria (la tipica ossidiana a riflessi verdastri) proviene da Balata dei Turchi e dalle falesie limitrofe (Tykot, 1996) [22], viene spontaneo chiedersi che tecnica sia stata adoperata per la raccolta.

Benché in linea di principio sia possibile arrampicarsi sulle pareti verticali per estrarre il minerale direttamente dalle vene di ossidiana, è di gran lunga più facile raccogliere il



FIGURA 6. Mappa schematica delle eruzioni pre e post Green Tuff, ricavata dalla carta geologica di Pantelleria di Orsi (2003) [44]. La colata di ignimbrite verde (Green Tuff) è raffigurata in celeste, mentre il colore magenta ricopre la superficie interessata dalle colate successive. L'area in blu rappresenta le zone costiere in cui sono accessibili gli strati precedenti al Green Tuff, o perché non coperti dalla colata o perché messi a nudo dai crolli provocati dall'erosione marina nel generare le falesie.



FIGURA 7. Immagine aerea di Pantelleria vista da sud (foto di Frank Pamar, da Google Earth). In primo piano la falesia che, da Cala della Polacca a Balata dei Turchi, interrompe l'arrivo al mare della colata di ignimbrite verde. A sinistra, sul lato occidentale, sono visibili altre due falesie a Cala delle Pietre Nere e a Cala di Licata.



FIGURA 8. Cala delle Pietre Nere. Parte della falesia franata (alta circa 150 metri) è emersa, e dal mare è facile raggiungere i blocchi di ossidiana crollati dalla parete.



FIGURA 9. Un tratto di falesia a Cala della Polacca. Nel settore a sinistra in primo piano, sotto lo strato d'ignimbrite verde, si vedono tre colate orizzontali di ossidiana (le due sottostanti più evidenti), separate da strati di pomice e tufo, ad una altezza di una trentina di metri sul livello del mare.



FIGURA 10. La falesia a Salto la Vecchia. In evidenza l'accumulo di pomice che separa le colate di ossidiana in questa parte della scogliera. Salto la Vecchia è il punto della falesia in cui l'ignimbrite verde si trova alle quote più alte, lasciando sotto di sé maggior spazio per eventuali strati più antichi.



FIGURA 11. Gli strati di ossidiana nella zona tra il Faraglione di Dietro l'Isola e Punta del Curtigliolo, nella parte sud est dell'isola.



FIGURA 12. Le colate a Punta del Formaggio, sul lato orientale dell'isola. La stratificazione delle colate è una caratteristica che riguarda tutta l'isola, osservabile nei punti in cui l'ignimbrite verde è stata erosa. Procedendo verso nord, gli strati di ossidiana divengono più sottili, risultando probabilmente non interessanti per un'eventuale raccolta.



FIGURA 13. Gli strati di ossidiana a Punta del Duce, poco più a nord di Punta del Formaggio. In questo punto sembra possibile distinguere un numero di colate superiore al tre canonico. Un'ispezione in loco (una pratica da eseguire in tutte le colate sospette) potrebbe stabilire se il materiale ha una struttura amorfa e quindi lavorabile.



FIGURA 14. Il lago di Bagno dell'Acqua, nella zona settentrionale dell'isola. Nella valle ad est del lago (a destra nella figura), sono presenti rocce contenenti ossidiana.



FIGURA 15. Una roccia contenente ossidiana, ad est di Bagno dell'Acqua, lungo la strada che porta a Bugeber.



FIGURA 16. La parte finale della colata di Gelkhamar, di ventiduemila anni fa, a Punta Fram, sul lato occidentale dell'isola.

materiale eventualmente franato alla base della falesia. Un esempio di frana agevolmente utilizzabile per la raccolta (anche se non risulta che sia stata sfruttata in passato) si può vedere a Cala delle Pietre Nere (figura 8), sotto il cimitero di Scauri, dove dal mare si può accedere facilmente al fronte della frana per raccogliere il materiale crollato dalla parete.

Queste frane emerse sono tuttavia praticamente assenti lungo la falesia meridionale, da Cala della Polacca a Balata dei Turchi. Notando come il materiale di riporto sia invece abbondante lungo la base sommersa della falesia, l'idea che sarebbe stato molto facile raccogliere il minerale quando il livello del mare più basso lo rendeva accessibile, sorge spontanea. Come si vedrà nel prossimo paragrafo, sarebbe stata una modalità di raccolta perfettamente compatibile con la graduale riduzione della fornitura del neolitico.

## 5. Le variazioni del livello del mare a Pantelleria

L'andamento del livello del mare durante e dopo l'ultima era glaciale è noto oggi in maniera dettagliata (Siddall et al., 2003) [37]. Di recente Lambeck et al. (2004) [39] hanno elaborato una *soluzione italiana* alla funzione che descrive l'andamento temporale del livello eustatico, corretta per i movimenti tettonici ed isostatici locali della penisola italiana.

Tuttavia Pantelleria, essendo un'isola vulcanica, necessita di soluzioni locali proprie. Usando il modello elaborato con Lambeck et al., (2004) [39], F. Antonioli (2006) [45] ha calcolato l'andamento del livello del mare a Pantelleria negli ultimi 14 mila anni (figura 17), trascurando il contributo della tettonica locale.

Il contributo della tettonica è stato valutato da De Guidi e Monaco (2007) [46], i cui recenti rilevamenti hanno stabilito che, mentre la zona nord-orientale di Pantelleria è soggetta ad un apprezzabile sollevamento tettonico, la zona meridionale è sostanzialmente stabile. Benché a Balata dei Turchi, soggetta ad intensa erosione, manchino gli indicatori, l'estrapolazione dalle zone limitrofe lascia pensare che la falesia sia rimasta stabile almeno negli ultimi cinquemila anni.

A causa della maggiore incertezza dovuta all'assenza di indicatori tettonici, nella zona di Balata dei Turchi le barre di errore riportate nel grafico della figura 17 vanno dunque circa raddoppiate, tuttavia un'incertezza totale di  $\pm 10$  metri non sconvolgerebbe la correlazione tempo/profondità.

Osservando la curva della figura 17 si può notare che tra otto e cinquemila anni fa il livello del mare salì di circa quindici metri, da  $-20$  a  $-5$  m, rispetto ad oggi, sommergendo gradualmente i fondali limitrofi alla falesia di Balata dei Turchi. In altre parole, i depositi contenenti i massi d'ossidiana crollata divennero progressivamente inaccessibili, scoraggiando la raccolta del minerale. Questa potrebbe essere una spiegazione plausibile della riduzione della fornitura pantasca alla Sicilia.

Un'altra implicazione della curva di figura 17 è che tutto ciò che si trova al di sotto di venti metri non sarebbe potuto essere raccolto negli ultimi ottomila anni. Un'eventuale colata antica, che venisse trovata nella parte sommersa della falesia al di sotto di questa quota, se risultasse utilizzata, spingerebbe indietro l'uso dell'ossidiana nella regione al periodo della sua emersione. E poiché tra otto e quattordicimila anni fa la curva di figura 17 è piuttosto ripida, questo periodo risulterebbe definito con apprezzabile precisione.

Le tre colate della falesia meridionale di Pantelleria sono ovviamente stratificate in ordine di età, con le più giovani che sovrastano le più vecchie. È evidente che l'eventuale ritrovamento di campioni di ossidiana con un'età di fissione maggiore di quella della colata inferiore implicherebbe l'esistenza di una colata sottostante più antica. Per di più, se i campioni fossero dei manufatti, significherebbe che l'eventuale colata antica venne sfruttata in passato. Per cui, datare con le Tracce di Fissione l'età della colata più bassa e quella dei reperti non classificati di Pantelleria potrebbe costituire un'attività propedeutica alla ricerca di colate sommerse nella zona.

Un altro indizio potrebbe venire dall'analisi degli strati di ossidiana presenti nelle falesie delle zone nord-orientali dell'isola. Dato che in alcuni punti se ne contano apparentemente di più che nella zona meridionale e che la parte nord-orientale dell'isola è stata soggetta ad un apprezzabile sollevamento tettonico, gli strati sottostanti potrebbero essere proprio la prosecuzione di strati che a sud sono invece sommersi. L'analisi chimica potrebbe rivelarlo: se lo fossero, a sud, dove sono più spessi, sarebbero stati in passato una possibile fonte di approvvigionamento.

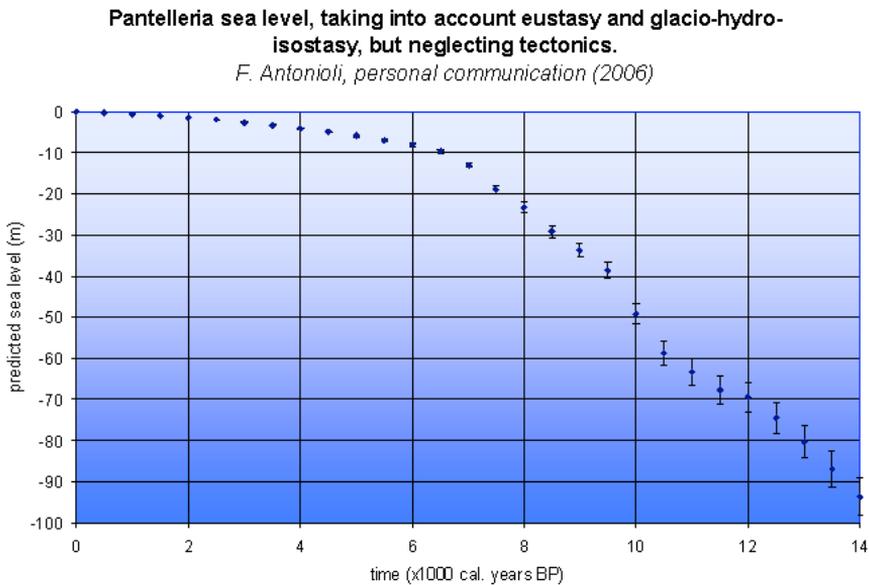


FIGURA 17. Il livello del mare a Pantelleria negli ultimi quattordicimila anni, tenendo conto dei contributi eustatici e isostatici, ma trascurando la tettonica. Antonioli, (2006) [45], personal communication.

## 6. Conclusioni

Nel Mediterraneo occidentale lo sfruttamento accertato dell'ossidiana risale a ottomila anni fa. Tuttavia, alcuni indizi suggeriscono che in Sicilia la sua diffusione potrebbe essere iniziata prima, in un periodo in cui il suo reperimento sarebbe risultato più agevole, grazie al livello del mare più basso. Oggi è possibile stabilire con precisione la provenienza geografica dei manufatti di ossidiana, distinguendo persino tra diverse colate della stessa sorgente ed è altresì ben conosciuto l'andamento del livello del mare negli ultimi ventimila anni. Pertanto, l'eventuale ritrovamento di una colata sfruttata sommersa daterebbe l'utilizzo dell'ossidiana all'epoca della sua emersione.

L'esistenza di manufatti di ossidiana che non sono stati attribuiti a nessuna delle sorgenti note suggerisce l'esistenza di una possibile colata mancante a Pantelleria. Poiché la principale sorgente dell'isola è costituita da una serie di colate sovrapposte, ordinate per età crescente dall'alto verso il basso, situate in una falesia a picco sul mare, la colata mancante potrebbe trovarsi proprio in uno strato ancora più basso, sotto l'attuale livello del mare. Se qualche manufatto di ossidiana denunciasse un'età superiore a quella della colata nota più antica, il sospetto della presenza di una colata sottostante sarebbe forte. È da notare che l'eventuale scoperta di una colata utilizzata oggi sommersa spingerebbe indietro nel tempo, proporzionalmente alla profondità del ritrovamento, non solo l'utilizzo dell'ossidiana, ma anche l'inizio della navigazione nella regione.

## Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare F. Antonioli per il calcolo dell'andamento temporale del livello del mare a Pantelleria ed aver concesso la riproduzione di parte della LithoPalaeo-environmental map of Italy e L. Bonfiglio per le sue osservazioni sulla distribuzione geografica dei siti siciliani. Un ringraziamento particolare è rivolto a C. Monaco, che ha accompagnato l'autore nel sopralluogo alle falesie di Pantelleria, illustrando le strutture geologiche che venivano incontrate durante l'ispezione, nonché a P. V. Giaquinta, il cui appoggio e la cui pazienza hanno permesso la stesura del presente articolo.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Cann, J. R. and Renfrew, C., The Characterization of Obsidian and Its Application to the Mediterranean Region, *Proc. Prehistoric Soc.*, **30**, 111 (1964).
- [2] Ammerman, A. J., Matessi, C. and Cavalli-Sforza, L. L., *Some New Approaches to the Study of the Obsidian Trade in the Mediterranean and Adjacent Areas, The Spatial Organization of Culture*, edited by I. Hodder. University of Pittsburgh Press: Pittsburgh, Pennsylvania, 1978, pp. 179-196.
- [3] Glascock, M. D., Braswell, G. E. and Cobean, R. H., *Archaeological Obsidian Studies, Method and Theory*, edited by M. S. Shackley, Plenum Press, New York, 1998, p. 17.
- [4] Weigand, P. C., Harbottle, G. and Sayre, E. V., *Turquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the southwestern U.S.A., Exchange Systems in Prehistory*, edited by T. K. Earle and J. E. Ericson, pp. 1534. Academic Press, New York, 1977.
- [5] Tykot, R. H., Scientific methods and applications to archaeological provenance studies, in *Proceedings of the International School of Physics Enrico Fermi Course CLIV*, M. Martini, M. Milazzo and M. Piacentini (Eds.) IOS Press, Amsterdam, 2004.
- [6] Shackley, M. S., *Archaeological Obsidian Studies, Method and Theory, Advances in Archaeological and Museum Science* Vol 3, p. 8; Springer, ISBN 0306458047, 1998.
- [7] Glascock, M. D. and Neff, H., Neutron activation analysis and provenance research in archaeology, *Meas. Sci. Technol.*, **14**: 15161526 (2003).

- [8] Tertian, R. and Claisse, F., *Principles of Quantitative X-Ray Fluorescence Analysis*, Heyden and Son, London, ISBN 0-85501-709-0, 1982.
- [9] Skinner, C. E. and Davis, M. K., X-Ray Fluorescence Analysis of an Obsidian Biface from the Fort Hill Site, Highland County, Ohio, Northwest Research Obsidian Studies Laboratory Report 96-48 (1996).
- [10] Hall, M. and Kimura, H., Quantitative EDXRF Studies of Obsidian Sources in Northern Hokkaido, *Journal of Archaeological Science* **29**: 259266 (2002).
- [11] Johansson, S. A., Campbell, J. L. and Malmqvist, K. G., *Particle-Induced X-Ray Emission Spectrometry (PIXE)*, Wiley, ISBN: 978-0-471-58944-0, 1995.
- [12] Constantinescu, B., Bugoi, R. and Sziki, G., Obsidian provenance studies of Transylvania's Neolithic tools using PIXE, micro-PIXE and XRF, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **189**: 373-377 (2002).
- [13] Dean, J. R., *Practical Inductively Coupled Plasma Spectroscopy*, Wiley, ISBN: 978-0-470-09348-1, 2005.
- [14] Bellot-Gurlet, L., Poupeau, G., Salomon, J., Calligaro, T., Moignard, B., Dran, J.C., Barrat, J.A., Pichon, L., Obsidian provenance studies in archaeology: A comparison between PIXE, ICP-AES and ICP-MS, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **240**: 583-588 (2005).
- [15] Oddone, M. e Bigazzi, G., Studi di provenienza delle ossidiane del bacino del Mediterraneo: Caratterizzazione delle fonti naturali di materia prima italiane, *Journal of Intercultural and Interdisciplinary Archaeology (JIIA.it)* **1**, Sezione II, (2003).
- [16] Francaviglia, V. M., Characterization of Mediterranean obsidian sources by classical petrochemical methods, *Preistoria Alpina* **20**, 311-332, (1986).
- [17] Tykot, R. H., Geochemical Analysis of Obsidian and the Reconstruction of Trade Mechanisms in the Early Neolithic Period of the Western Mediterranean, in K. Jakes (ed.), *Archaeological Chemistry: Materials, Methods, and Meaning*, Washington, DC: ACS Symposium Series **831**, 169-184. Washington, DC: American Chemical Society, 2002.
- [18] Tykot, R. H., Setzer T., Glascock M. D. and Speakman R. J., Identification and Characterization of the Obsidian Sources on the Island of Palmarola, Italy, *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies* **3**: 107-111, 2005.
- [19] Francaviglia, V. M., Ancient Obsidian Sources on Pantelleria, *Journal of Archaeological Science* **15**, 109-122, (1988).
- [20] Romano, F. P., Pappalardo, G., Pappalardo, L., Rizzo, F., La Rosa, V., Palio, O., Obsidian provenance determination by using the beam stability controlled BSC-XRF spectrometer: the case of Milena (Sicily), in *European Conference on X-Ray Spectrometry, EXRS 2006* June 19-23 Paris, France.
- [21] D'Amora, A., Trifuggi, M., Tufano, E., Tusa S., L'ossidiana di Pantelleria: studio di caratterizzazione e provenienza alla luce della scoperta dei nuovi giacimenti. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, XLI riunione scientifica, San Cipirello (Pa) 16-19 novembre 2006.
- [22] Tykot, R. H., Obsidian Procurement and Distribution in the Central and Western Mediterranean, *Journal of Mediterranean Archaeology* **9** (1) (1996).
- [23] Aranguren, B. e Revedin, A., Il giacimento mesolitico di Perriere Sottano (Ramacca, CT), *Bullettino di Paleontologia Italiana* (Roma) **89**, 31-79, (1998).
- [24] Nicoletti, F., Tusa, S., Nuove acquisizioni scientifiche sul Riparo del Castello di Termini Imerese, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, XLI riunione scientifica, San Cipirello (Pa), 16-19 novembre 2006.
- [25] Copat, V., Mannino, M. A., Zampetti, D., Nuovi dati sul Paleolitico superiore nel territorio di Erice: la Grotta del Maltese e la Grotta San Francesco, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, XLI riunione scientifica, San Cipirello (Pa), 16-19 novembre 2006.
- [26] Martini, F., Lo Vetro, D., Colonese, A., Di Giuseppe, Z., Forzisi, V., Giglio, R., Ricciardi, S., Tusa S., Primi risultati sulle nuove ricerche stratigrafiche a Grotta di Oriente (Favignana, Tp) Scavi 2005, Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, XLI riunione scientifica, San Cipirello (Pa), 16-19 novembre 2006.
- [27] Walter, R. C., Buffer, R. T., Bruggemann, J. H., Guillaume, M. M., Berhe, S. M., Negassi, B., Libsekal, Y., Cheng, H., Edwards, R. L., von Coselk, R., Neraudeau, D. and Gagnon, M., Early human occupation of the Red Sea coast of Eritrea during the last interglacial, *Nature* **405**, 65-69 (2000).
- [28] Stringer, C., Coasting out of Africa, *Nature* **405**, 24-26 (2000).
- [29] Lambeck, K., Esat, T. M. and Potter, E. K., Links between climate and sea levels for the past three million years, *Nature* **419**, 199-206 (2002).
- [30] Williams, M., Kershaw, P. and Dekker, P. de, *Quaternary Environments*, Arnold, London, 1998.

- [31] Prentice, I. C., Jolly, D. and BIOME 6000 participants, Mid-Holocene and glacial-maximum vegetation geography of the northern continents and Africa, *J. Biogeogr.* **27**, 507-519, (2000).
- [32] Antonioli, F., Vai, G. B. and Cantelli, L., *Litho-Palaeoenvironmental maps of Italy during the last two climatic extremes, two maps 1:1.000.000*, Explanatory notes edited by Antonioli F. and Vai G. B., 32 IGC publications (2004).
- [33] Leighton, R., *Sicily before History*, Cornell University Press, Ithaca, New York, 1999.
- [34] Bonfiglio, L. and Piperno, M., Early Faunal and Human Populations, in *Early Societies in Sicily*, edited by R. Leighton. Accordia, University of London, pp. 21-29, 1996.
- [35] Bonfiglio, L., n. d., personal communication (2007).
- [36] Bonfiglio, L., Mangano, G., Marra, A. C., Masini, F., Pavia, M. and Petruso, D., Pleistocene calabrian and sicilian paleobioprovinces, *Geobios, Mémoiree spéciale* **24**: 29-39 (2002).
- [37] Siddal, M., Rohling, E. J., Almogi-Labin, A., Hemleben, Ch., Meischner, D., Schmetzer, I., and Smeed, D. A., Sea-level fluctuations during the last glacial cycle, *Nature* **423**: 853-858 (2003).
- [38] Cleyes-Merle, J. J., *La préhistoire de la pêche*: 26, Ed. Errance, Paris, 1990.
- [39] Lambeck, K., Antonioli, F., Purcell, A. and Silenzi, S., Sea-level change along the Italian coast for the past 10,000 yr, *Quaternary Science Review* **23**, 1567-1598 (2004).
- [40] Tykot, R. H., Chemical Fingerprinting and Source Tracing of Obsidian: The Central Mediterranean Trade in Black Gold, *Acc. Chem. Res.* **2002**, **35**, 618-627 (2002).
- [41] Nicoletti, F., Il commercio preistorico dell'ossidiana e il ruolo di Lipari e Pantelleria nel più antico sistema di scambio, in S. Tusa (a cura di), *Prima Sicilia*, Catalogo della Mostra, vol. 1, Palermo 1997, pp. 258-270.
- [42] Trump, D. H. and Cilia, D., *Malta Prehistory and Temples*, Midsea Books, Malta, 2002.
- [43] Civetta, L., Cornette, Y., Crisci, G., Gillot, P. Y., Orsi, G. and Requejo, C. S., Geology, geochronology and chemical evolution of the island of Pantelleria, *Geological Magazine* **121**: 541-668, 1984.
- [44] Orsi, G., Geology and Volcanism of Pantelleria, Annual Workshop of the Working Group of the European Seismological Commission, Seismic Phenomena Associated with Volcanic Activity, Field Trip, 23-28 September 2003, Pantelleria (Sicily).
- [45] Antonioli, F., n. d., personal communication (2006).
- [46] De Guidi, G., Monaco, C., Deformazione verticale tardo-olocenica lungo le coste dell'isola di Pantelleria, *Rend. Soc. Geol. It.*, **4**, Nuova Serie, 212-214 (2007).

---

Massimo Rapisarda  
ENEA  
Centro Ricerche di Frascati, CP 65  
00044 Frascati (Roma), Italy  
**E-mail**: rapisarda@frascati.enea.it

**Nota:** Il presente lavoro non è stato svolto nell'ambito dell'attività ENEA dell'autore.

★ Titolo della conferenza:

“L'ipotesi di occupazione umana nel Canale di Sicilia alla fine dell'era glaciale” (Parte I)

---

Presented: February 23, 2007  
Published on line: October 22, 2007